

## **Valoració del test de 3.000 metres com a indicador de l'evolució de la Potència aeròbica**

### **Valoración del test de 3.000 metros como indicador de la evolución de la Potencia aeróbica**

Javierre, C.;<sup>2</sup> Álvarez, A.;<sup>3</sup> Calvo, M.;<sup>1</sup> Riera, J.;<sup>1</sup> Ventura, J.L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> PTEC. Secretaria General de l'Esport. Generalitat de Catalunya

<sup>2</sup> CEARE. Secretaria general de l'Esport. Generalitat de Catalunya

<sup>3</sup> Federació Catalana d'Atletisme.

<sup>4</sup> Hospital de Bellvitge (UCI)

#### **RESUM**

Es va realitzar un treball en què participaren 12 atletes de nivell nacional, amb un pes de (med  $\pm$  d. est.) 70.9 + 6.2 Kg, altura de (med  $\pm$  d. est.) 177.6 + 3.6 cm, entrenament setmana de (med  $\pm$  d. est.) 12 + 0.5 h/setmana i temps de pràctica esportiva de (med  $\pm$  d. est.) 6.3 + 0.8 anys. Es va realitzar una prova triangular màxima realitzada en el laboratori s'observà un consum màxim de 5'1 + 0.4 l/m, que en relació al pes va ser de 72'59 + 7.9 ml/Kg/min. La càrrega màxima obtinguda va ser de 19'5 + 0'96 Km/h. La freqüència cardíaca màxima va ser de 195 + 3'66 pul./min. i una ventilació màxima de 150'6 l/m. Paral·lelament es portà a terme una prova de camp de 3.000 m el temps mitjà va ser de 615 + 49 sg.

El test de 3.000 metres presentà una bona correlació amb la potència aeròbica màxima de l'individu i, per tant, pot ser utilitzat per al seguiment d'aquesta qualitat en el transcurs de la temporada, tot essent introduïda com una càrrega més de treball dintre del pla d'entrenament.

#### **RESUMEN**

Se realizó un trabajo donde participaron 12 atletas de nivel nacional, con un peso de (med  $\pm$  d. est.) 70.9 + 6.2 Kg, altura de (med  $\pm$  d. est.) 177.6 + 3.6 cm, entrenamiento semana de (med  $\pm$  d. est.) 12 + 0.5 h/semana y tiempo de práctica deportiva de (med  $\pm$  d. est.) 6.3 + 0.8 años. Se realizó una prueba triangular máxima realizada en el laboratorio se observó un consumo máximo de 5'1 + 0.4 l/m, que en relación al peso fue de 72'59 + 7.9 ml/Kg/min. La carga máxima conseguida fue de 19'5 + 0.96 Km/h. La frecuencia cardíaca máxima fue de 195 + 3'66 pul./min. y una ventilación máxima de 150'6 l/m. Paralelamente se llevó a cabo una prueba de campo de 3.000 metros el tiempo medio fue de 615 + 49 sg.

El test de 3.000 metros presentó una buena correlación con la potencia aeróbica máxima del individuo, pudiendo por tanto ser utilizado para el seguimiento de dicha cualidad a lo largo de la temporada y siendo introducida como una carga más de trabajo dentro del plan de entrenamiento.

#### **Introducció**

Els mètodes indirectes per al càlcul de la potència aeròbica han estat validats i utilitzats en els diversos esports per tal de valorar l'esmentada qualitat.<sup>1,3,4</sup>

Cada vegada més sovint han estat utilitzats tests de forma individual i poc validats, però introduïts pels entrenadors dintre del propi pla d'entrenament, com una sessió més.<sup>2,5</sup>

Un dels més utilitzats és el test de 3.000 metres, que permet introduir-lo com una càrrega d'entre-

#### **Introducción**

Los métodos indirectos para el cálculo de la potencia aeróbica han sido validados y utilizados en los distintos deportes para valorar dicha cualidad.<sup>1,3,4</sup>

De forma cada vez más frecuente se han utilizado tests de forma individual y poco validados, pero que eran introducidos por los entrenadores dentro del propio plan de entrenamiento, como una sesión más.<sup>2,5</sup>

	Alçada (cm)	Pes (kg)	Hores ent. (h/sem.)	Anys prac. (anys)
ORL.	176	69	12	6
JOA.	174.5	68	13	8
JOR.	183.5	63	12	6
RAU.	181.5	81	11	5
XAV.	180.5	82	12	7
ALI	174	73	13	6
LLU.	175	64	11	7
PER.	180.5	73	12	6
DAV.	181.8	71	12	7
GUI.	172.5	63	12	7
JOA.	174	67	12	6
BEN.	178	77	12	5
<b>MEDIA</b>	<b>177.65</b>	<b>70.9</b>	<b>12</b>	<b>6.3</b>
<b>STD</b>	<b>3.6</b>	<b>6.2</b>	<b>0.5</b>	<b>0.8</b>

**Taula I.** Dades antropomètriques i d'història esportiva del grup d'estudi.  
**Tabla I.** Datos antropométricos y de historial deportivo del grupo estudio.

nament dintre de la seva planificació. Donat l'augment de l'ús d'aquest test pels entrenadors del nostre medi, hem plantejat el quantificar la correlació existent entre el temps obtingut en el test citat i els paràmetres obtinguts en el laboratori amb la finalitat d'observar la seva validesa com a valoració indirecta per al control de l'entrenament en els medis en què no existeixi la possibilitat de realitzar-lo per mètodes directes.

## Material i mètodes

En el treball van participar 12 atletes de nivell nacional, amb un pes de (med ± d. est.) 70.9 + 6.2 Kg, altura de (med ± d. est.) 177.6 + 3.6 cm, entrenament setmana de (med ± d. est.) 12 + 0.5 h/setmana i temps de pràctica esportiva de (med ± d. est.) 6.3 + 0.8 anys (Taula I).

Es va realitzar test de 3.000 metres de forma individual i valorant el temps obtingut. Paral·lelament i amb una diferència màxima de 3 dies es va realitzar prova triangular en laboratori destinada a determinar la potència aeròbica màxima.

Aquesta prova es va realitzar en cinta ergomètrica Laufergotest (E. Jaeger, Germany) i amb un analitzador de gasos tipus Oxycon 4 (Mijnhardt,

Uno de los más utilizados es el test de 3.000 metros, que permite introducirlo como una carga de entrenamiento dentro de su planificación. Dado el aumento del uso de dicho test por los entrenadores de nuestro medio hemos planteado el cuantificar la correlación existente entre el tiempo obtenido en este test y los parámetros obtenidos en el laboratorio con el fin de observar su validez como valoración indirecta de la potencia aeróbica y la posibilidad de su utilización para el control del entrenamiento en los medios en los que no exista la posibilidad de realizarlo por métodos directos.

## Material y métodos

En el trabajo participaron 12 atletas de nivel nacional, con un peso de (med ± d. est.) 70.9 + 6.2 Kg, altura de (med ± d. est.) 177.6 + 3.6 cm, entrenamiento semana de (med ± d. est.) 12 + 0.5 h/semana y tiempo de práctica deportiva de (med ± d. est.) 6.3 + 0.8 años (Tabla I).

Se realizó test de 3.000 metros de forma individual y valorando el tiempo obtenido. Paralelamente y con una diferencia máxima de 3 días se realizó prueba triangular en laboratorio destinada a determinar la potencia aeróbica máxima.

Holland), monitoritzant la funció cardíaca mitjançant electrocardiògraf Simpliscriptor EK31 (Hellige, Germany) i monitor Bexkop (Bexen, Spain). El protocol utilitzat de la prova d'esforç triangular màxima va ser de 4 min. de calentament a 8 Km/h, per després d'aquest començar a pujar 1 Km/h la velocitat cada minut fins arribar a l'extenuació. Tot mantenint la cinta ergomètrica amb un pendent de 2,5% constant.

## Resultats

En la prova triangular màxima realitzada en el laboratori es va observar un consum màxim de  $5'1 + 0.4$  l/m, que en relació al pes fou de  $72'59 + 7.9$  ml/Kg/min. La càrrega màxima aconseguida va ser de  $19'5 + 0.96$  Km/h. La freqüència cardíaca màxima va ser de  $195 + 3'66$  pul./min., i una ventilació màxima de  $150'6$  l/m (Taula II).

En la prova de camp de 3.000 m els temps mitjà va ser de  $615 + 49$  sg. Amb aquestes dades es realitzà una prova de regressió línia de la variant entre els diversos paràmetres màxims de la prova d'esforç en laboratori i el temps obtingut en el test

Dicha prueba se realizó en cinta ergométrica Laufergotest (E. Jaeger, Germany) y con un analizador de gases tipo Oxycon 4 (Mijnhardt, Holland), monitorizando la función cardíaca mediante electrocardiógrafo Simpliscriptor EK31 (Hellige, Germany) y monitor Bexkop (Bexen, Spain). El protocolo utilizado de la prueba de esfuerzo triangular máxima fue de 4 min. de calentamiento a 8/Km/h, para tras éste comenzar a subir 1 Km/h la velocidad cada minuto hasta llegar a la extenuación. Manteniendo la cinta ergométrica con una pendiente de 2,5% constante.

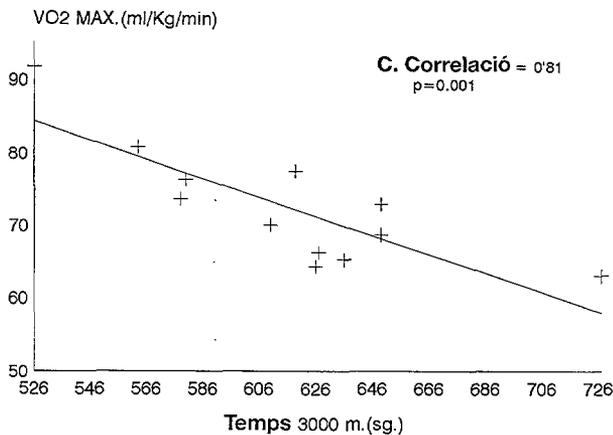
## Resultados

En la prueba triangular máxima realizada en el laboratorio se observó un consumo máximo de  $5,1 + 0.4$  l/m, que en relación al peso fue de  $72,59 + 7.9$  ml/Kg/min. La carga máxima conseguida fue de  $19,5 + 0,96$  Km/h. La frecuencia cardíaca máxima fue de  $195 + 3,66$  pul./min., y una ventilación máxima de  $150,6$  l/m (Tabla II). En la prueba de campo de 3.000 metros el tiempo medio fue de  $615 + 49$  sg. Con estos datos se realizó una prue-

	VO2 (l/m)	VO2/Pes (ml/Kg/m)	Càrrega (Km/h)	F. Card. (pul./m)	VE (l/m)	3.000 m (sg)
ORL.	5.36	77.6	19	198	139.1	619
JOA.	4.77	70.1	19	200	142.5	610
JOR.	4.64	73.7	20	194	147.2	578
RAU.	5.37	66.3	19	196	143.7	627
XAV.	5.36	65.3	19	196	133.6	636
ALI	4.69	64.3	20	192	177.3	626
LLU.	4.89	76.4	19	186	117.9	580
PER.	5.33	73	20	196	161.5	649
DAV.	4.88	68.8	19	198	141.3	649
GUI.	5.09	80.8	20	199	164.7	563
JOA.	6.14	91.7	22	198	183.4	526
BEN.	4.86	63.1	18	198	154.9	727
MEDIA	5.11	72.59	19.2	195.9	150.6	615.83
STD	0.4	7.9	0.95	3.66	17.85	49

Taula II. Valors obtinguts en la prova de laboratori i el temps en el test de 3.000 metres.

Tabla II. Valores obtenidos en la prueba de laboratorio y el tiempo en el test de 3.000 metros.



**Figura 1.** Recta regressió de la VO<sub>2</sub> màx./pes i temps obtingut en 3.000 m.

**Figura 1.** Recta regresión de la VO<sub>2</sub> máx./peso y tiempo obtenido en 3000 m.

de 3.000 m en la prova de camp. En aquest no es va observar cap correlació entre els paràmetres de freqüència cardíaca màxima, ventilació màxima, o consum d'oxigen sense tenir en compte el pes de l'individu. Si va aparèixer un cocient de correlació de 0.81 entre VO<sub>2</sub> màx./Kg, amb una p=0.001 (Figura 1). També va aparèixer un cocient de correlació respecte a la càrrega assumida, encara que una mica inferior a la de la potència aeròbica, 0,76, amb una p=0.004 (Figura 2).

## Discussió

La potència aeròbica serà una qualitat fonamental en el rendiment obtingut en un 3.000 metres. Per això és lògic de pensar que hauria una relació directa entre les marques en el 3.000 metres i els paràmetres ventilatoris màxims en la prova d'esforç.<sup>6</sup>

Tenint com a punt de partida una mostra homogènia d'especialistes en proves de 400 metres i 800 metres, amb un nivell d'entrenament elevat, s'observa una bona correlació entre el temps obtingut en el test de la prova de camp de 3.000 metres i el consum d'oxigen màxim per kilo de pes. No existeix aquesta relació si la dada tenida en compte és el consum d'oxigen màxim independentment del pes corporal (Figura 3).

Això faria possible la utilització d'aquest test per a seguir l'evolució de la potència aeròbica màxima en el transcurs de la temporada en un mateix atleta. No essent tan aconsellable el seu ús com a predicció d'un valor del consum màxim d'oxigen. De cap de les maneres podrà ser substitutiva de les proves en laboratori que valoren aquest paràmetre de forma específica, de manera directa i repetitivitat alta, però podrà ser utilitzada en els medis on

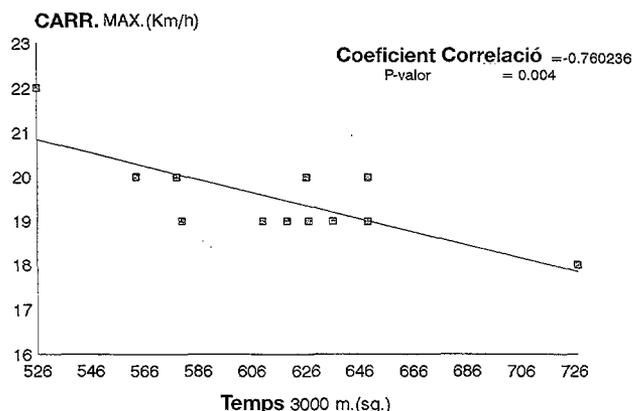
ba de regresió lineal de la varianza entre los distintos parámetros máximos de la prueba de esfuerzo en laboratorio y el tiempo obtenido en el test de 3.000 m en campo. En el mismo no se observó ninguna correlación entre los parámetros de frecuencia cardíaca máxima, ventilación máxima, o consumo de oxígeno sin tener en cuenta el peso del individuo. Sí apareció un cociente de correlación de 0.81 entre el VO<sub>2</sub> máx./Kg, con una p=0.001 (Figura 1). Apareciendo también un cociente de correlación respecto a la carga asumida, aunque un poco inferior al de la potencia aeróbica, 0,76 con una p=0.004 (Figura 2).

## Discussión

La potencia aeróbica será una cualidad fundamental en el rendimiento obtenido en un 3.000 metros. Por eso es lógico pensar que habría una relación directa entre las marcas en el 3.000 metros y los parámetros ventilatorios máximos en la prueba de esfuerzo.<sup>6</sup>

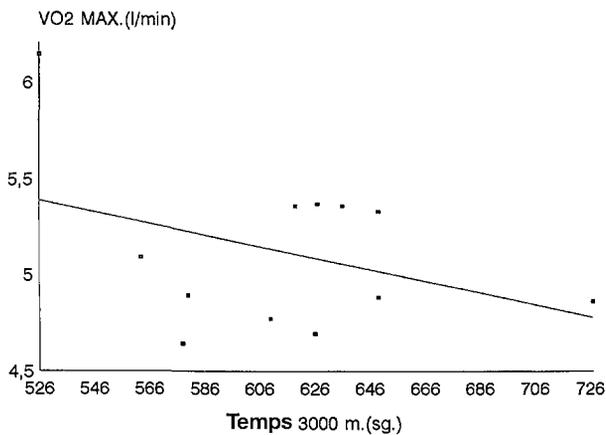
Partiendo de una muestra homogénea de especialistas en pruebas de 400 metros y 800 metros, con un nivel de entrenamiento elevado se observa una buena correlación entre el tiempo obtenido en el test de campo de 3.000 metros y el consumo de oxígeno máximo por kilo de peso. No existe esta relación si el dato tenido en cuenta es el consumo de oxígeno máximo independientemente del peso corporal (Figura 3).

Esto haría posible la utilización de este test para seguir la evolución de la potencia aeróbica máxima a lo largo de la temporada en un mismo atleta. No siendo tan aconsejable su uso como predicción de



**Figura 2.** Recta regressió de la càrrega màx. i el temps obtingut en 3.000 m.

**Figura 2.** Recta regresión de la carga máx. y el tiempo obtenido en 3.000 m.



**Figura 3.** Recta regressió de la VO<sub>2</sub> màx. i temps obtingut en 3000 m.  
**Figura 3.** Recta regressión de la VO<sub>2</sub> máx. y tiempo obtenido en 3.000 m.

no es pugui disposar de cinta ergomètrica i analitzadora de gasos, oferint, a més, l'avantatge de poder ser introduït dintre del pla d'entrenament com una càrrega més. Per contra, caldrà tenir cura en la realització del test de 3.000 metres, pel que fa a les condicions ambientals, cansament, etc., per tal de mantenir una bona repetitivitat, atès que serà un dels problemes que aquest test de prova de camp pot presentar.

Finalment, també hi ha una correlació correcta entre la càrrega màxima obtinguda i el temps en el test de 3.000 metres, donat que en les dues proves el nivell de rendiment obtingut dependrà de la potència aeròbica màxima.

## Conclusió

Resumint podem afirmar que el test de 3.000 metres presenta una correlació amb la potència aeròbica màxima de l'individu i que, per tant, pot ser utilitzat per al seguiment de la qualitat esmentada en el transcurs de la temporada i essent introduïda com una càrrega més de treball dintre del pla d'entrenament.

Probablement les limitacions seran una menor repetitivitat, especificitat i sensibilitat que les proves directes per a valorar la citada qualitat en el laboratori. Per contra representa una avantatge la seva especificitat biomecànica. I és per això que per al seguiment d'aquesta qualitat probablement serà més sensible les proves en el laboratori, servint per als múltiples indrets en què no es disposa de la possibilitat de valoració de forma directa d'aquesta qualitat.

D'altra banda, cal realitzar un estudi posterior de la repetitivitat i sensibilitat d'aquest test per a defi-

un valor del consum màxim de oxigen. En absolut podrà ser substitutiva de les proves en laboratori que valoran este paràmetre de forma específica, de manera directa i alta repetitivitat però podrà ser utilitzada en els medis on no se pugui disposar de tapiz ergomètric i analitzador de gasos, tenint ademés la ventaja de poder ser introduït dintre del pla de entrenament com una càrrega més. Per contra se deberà ser cuidadoso en la realització del test de 3.000 metres en cuanto a las condiciones ambientales, cansancio, etc. a fin de mantener una buena repetitividad, puesto que será uno de los problemas que puede presentar este test de campo.

Por último, también hay una correlación correcta entre la carga máxima obtenida y el tiempo en el test de 3.000 metros, ya que en las dos pruebas el nivel de rendimiento obtenido dependerá de la potencia aeróbica máxima.

## Conclusiones

En resumen podemos afirmar que el test de 3.000 metros presenta una correlación con la potencia aeróbica máxima del individuo, pudiendo por tanto ser utilizado para el seguimiento de dicha cualidad a lo largo de la temporada y siendo introducida como una carga más de trabajo dentro del plan de entrenamiento.

Las limitaciones probablemente serán una menor repetitividad, especificidad y sensibilidad que las pruebas directas para valorar dicha cualidad en el laboratorio. Por contra representa una ventaja su especificidad biomecánica, por lo que para el seguimiento de dicha cualidad probablemente será más sensible las pruebas en el laboratorio, sirviendo para los múltiples sitios en los que no se dispone de la posibilidad de valoración de forma directa de esta cualidad.

Es necesario, por otra parte, realizar un posterior estudio de la repetitividad y sensibilidad de este test para definirlo con más exactitud. Asimismo, debido a las lógicas diferencias en la economía de la carrera entre los diversos atletas, debe tenerse en cuenta que el test de 3.000 metros debe ser más utilizado para comparar diversos momentos de un atleta en concreto que para comparar dichas cualidades entre ellos (igual tiempo en el test de 3.000 metros no implica igual VO<sub>2</sub> máx./Kg).

nir-lo amb més exactitud. També degut a les lògiques diferències en l'economia de la carrera entre els diversos atletes, cal que es tingui en compte que el test de 3.000 metres ha de ser més utilitzat per a comparar moments diferents d'un atleta en concret que per a comparar les mateixes qualitats entre ells (igual temps en el test de 3.000 metres no implica igual  $VO_2$  màx./Kg).

---

## Bibliografia

---

1. ASTRAND, P.O.: "A normogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work" *Journal of applied physiology*, Vol. 7, pp. 218-221, 1954.
2. CUCULLO, J.M.: "Prueba ergométrica indirecta. Metodología para el cálculo óptimo de  $VO_2$  máx. en ciclistas". *Apunts: Medicina de l'esport*, Vol. 24 n° 93 pp. 157-163, 1987.
3. DE BRUYN, P.: "Applicabilité du normogramme d'Asstrand pour la prediction de la  $VO_2$  max. à différents groupes de sujets". *Medicine du sport*, Vol. 56 n° 3, pp. 65-69, 1982.
4. FLANDROIS, R.: "La consommation maximale d'oxygène chez l'enfant français. Sa variation avec le sexe, l'âge et l'entraînement". *J. Physiol*, Vol, 78, pp. 186-194, 1981.
5. MARTÍN ACERO, R.: "Desarrollo de la potencia aeróbica para jóvenes velocistas". *Apunts: Medicina de l'Esport*, Vol. 24, n° 92, pp. 115-122, 1987.
6. MELLEROWICZ: *Ergometría*. Edit. Médica Panamericana. Buenos Aires, 1984.